

CS-86

鋼橋架設時におけるリスクと安全管理に関する一考察 ーケーブルエレクション斜吊り工法ー

日本電子計算 正会員 小森 宏昭 関西大学 正会員 広兼 道幸
山口大学 正会員 宮本 文穂 山口大学 江越 信行

1. はじめに

近年の建設工事中における事故の経年的な傾向は減少しているとはいえない状況であり、特に橋梁架設時の重大事故では、同じような事故が繰り返し起きていることが指摘されている¹⁾。この理由として、建設現場における熟練技術者の不足、技術伝承の不備などが挙げられている。本研究では、様々な災害や疾病の死亡リスクを分析し、建設工事全体や鋼橋架設工事における災害の死亡リスクの現状について考察する。さらに、鋼橋架設工事における重大事故を分析して事故要因を系統化し、安全管理をパソコン上で行えるシステムの構築を目指す。本システムでは、主に山岳地域の鋼橋の架設に用いられ、ここ数年間に重大事故の多発している「ケーブルエレクション斜吊り工法」を対象とする。具体的には、本工法の特徴をよく理解した上で、経験に裏付けられた専門家の知識をもとに重大事故の発生要因を抽出し、各要因に対するチェック内容をまとめ、各要因間の関連を階層構造で表現することによって、安全管理システムの構築を試みた。

2. 死亡リスクとその認知

文献 1), 2) をもとに、各災害・疾病の 1995 年における 100 万人当りの死者数を比較した。建設工事全体での死者数は、自然災害や自動車事故（歩行者）などによる死者数を 10 倍のオーダーで上回り、肺ガンなどによる死者数と同じオーダーに位置付けられている。さらに、その中でも鋼橋架設工事の死者数は、飛行機事故や自然災害などと同じオーダーに位置付けられている。自動車事故（歩行者）はすべての人、飛行機事故は飛行機に搭乗する人、鋼橋架設工事は鋼橋の架設工事に携わる人が母集団であり、リスクの認知対象は様々であるが、数値だけを見ると建設工事全体における死者数は非常に多いと言えることができる。

3. 鋼橋安全管理システムの構築

本システムは、「ケーブルエレクション斜吊り工法」を橋梁架設に用いたときの安全管理を対象としてシステム化を試みたものである。まず、「ケーブルエレクション斜吊り工法」を橋梁架設に用いた鋼橋の架設中において、どの段階で事故が発生する可能性があるかについて分析し、事故が発生する可能性の高い中央閉合までを対象とすることにした¹⁾。

中央閉合までの架設段階において使用される各種設備とそれらを構成する部位・部品をまとめた。これは、重大事故が発生するとき、どのような過程で事故が発生するかを解明したり、どの部品が壊れることによって重大事故が引き起こされるかなどを系統化するためにまとめたものである。例えば、ケーブルクレーンにおけるトラックケーブルは、設備部位がアンカー部、設備部品が滑車とワイヤークリップとなる。同様に、走行索は、設備部位がケーブルとアンカー部、設備部品がそれぞれケーブルとウィンチとなる。

「ケーブルエレクション斜吊り工法」の場合、「ケーブル部材の機能損失」および「架設鉄塔の機能損失」が最終的に重大事故の発生に直接関与するものと考えられる。まず、この 2 つの機能に関する事故発生要因のチェック内容を整理することによって、要因相互の関係を把握する。次に、これらの事故発生要因がどのように組み合わさって重大事故が発生するかを表現するため、事故の発生に至るまでの関連を階層構造で表現する。まず、重大事故の発生が最終的に「ケーブル部材の機能損失」と「架設鉄塔の機能損失」の組み合わせによって発生するものと考え、最上位の階層は図-1 に示すような形で表現した。さらに、整理した事故発生要因とチェック内容を用いて「ケーブル部材の機能損失」と「架設鉄塔の機能損失」に至るまでの過程を下位の階層に関連付けていき、最終的に重大事故発生に関する各要因間の関連を階層構造で表現した。この

安全管理、鋼橋架設、ケーブルエレクション斜吊り工法、階層構造、リスク心理学

〒532-0011 大阪市淀川区西中島 2-12-11 日本電子計算 TEL. 06-307-5462 FAX. 06-305-1968

ような関連は、事故調査の整理、および専門家への数回におよぶインタビューなどを通して決定したものである。

以上のような事故発生要因間の関連を表す階層構造をもとにシステムを構築するため、各要因間の関連の強さの度合い（確信度）を決定した。ここでは、確信度の基本値を安全（0.00）、普通（0.00～0.20）、不確実（0.20～0.35）、不安（0.35～0.50）、および危険（0.50）の5段階に設定した。この基本値は、全ての設問項目に対して、最悪のケースを想定して回答した場合に、最終的な確信度が+1.00に近くなるように設定した。

4. システムの検証

本システムのユーザーは、主に建設現場での設計者を対象としているため、操作性および機能性を重視して Visual Basic を用いた。図-2はワイヤークリップの間隔・取付方法に関する設問画面で、クリップの間隔が仕様通りであるか否かを尋ねるものである。各設問に回答していくことによって、各要因の確信度が集計され、図-3に示すような画面が提示される。このように各要因間の関連を表す階層構造とともに確信度を表示することによって、どの要因が事故発生に最も影響を与えているかを把握することが可能となる。また、すべての設問に対する回答が終了すると、図-4に示すような画面が表示される。ここでは、各設問に対する回答とともに、各要因に対して設定した確信度の集計結果、および事故発生の確率（事故率）が表示される。この事故率は、本システムを何度か実行することによって、専門家の経験的知識に基づき決定したものである。今後は、本システムを実際の現場で運用したり事故事例に基づく検証を実施し、確信度および事故率の数値的な検証が望まれる。

5. おわりに

本研究では、「ケーブルエレクション斜吊り工法」の安全管理システムの開発を行った。Visual Basic を用いてシステムを構築することによって、ユーザーインターフェイスの向上と汎用性を実現

することができた。今後、本システムの現場での運用を試みるとともに、架設工法を選定する際にここで開発した安全管理に関する知識を取り込むことによって、より実用的なシステムを開発していく必要がある。

参考文献

- 1) 土木学会関西支部共同研究グループ：橋梁架設における安全管理のシステム化に関する研究，1997。
- 2) 建設省建築研究所：新建築構造体系の開発，1996。
- 3) 岡本浩一：リスク心理学入門ーヒューマン・エラーとリスク・イメージー，サイエンス社，1995。

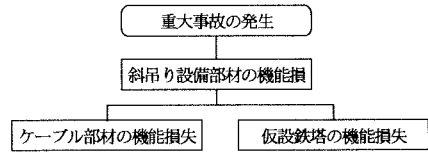


図-1 事故発生要因の階層構造（最上位）

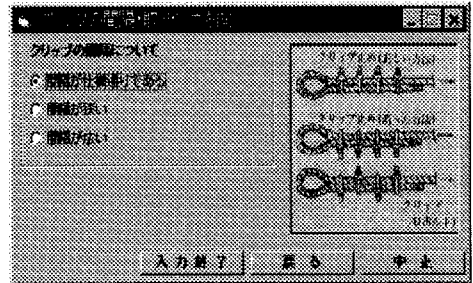


図-2 設問画面の例（クリップの間隔・取付方法）

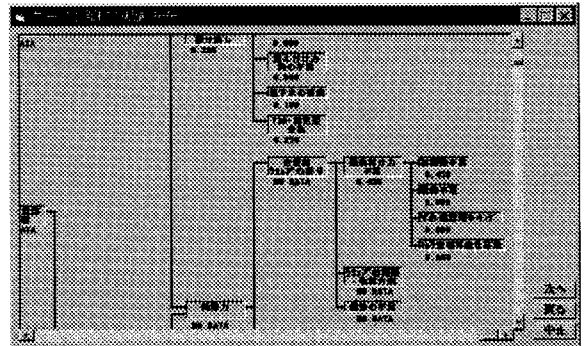


図-3 結論画面の例（階層構造と確信度）



図-4 結論画面の例（各設問項目の回答と最終結論）